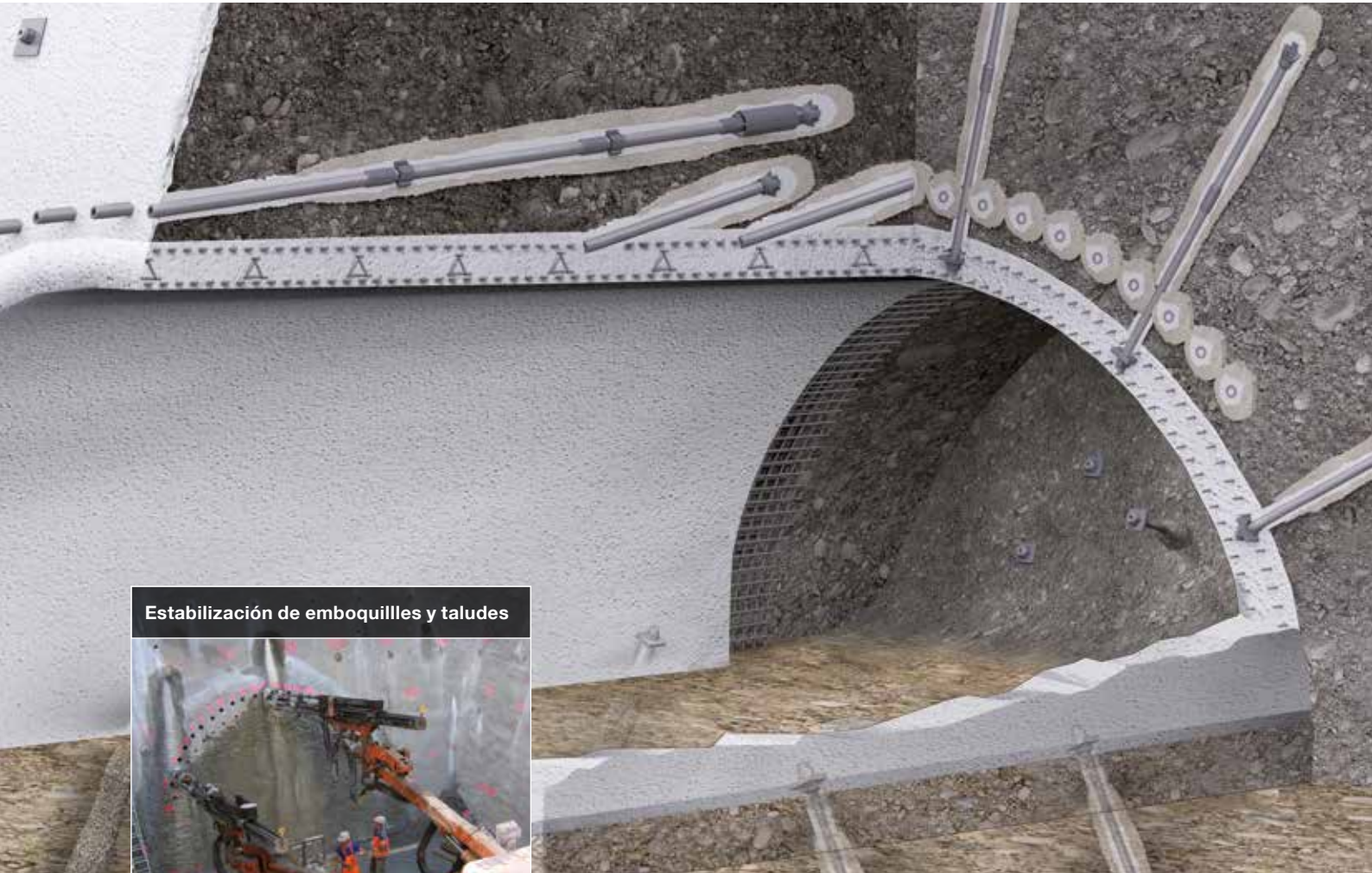




Estabilización de emboquilles y taludes



Estabilización temporal en excavación de túneles



Anclajes permanentes



TITAN en túneles y minería

Sistema autoperforante
con múltiples aplicaciones

Micropilote TITAN
Homologación Z-34.14-209
(Instituto Alemán de la Construcción)

Sistema TITAN

Un sistema autoporforante con múltiples aplicaciones

Líder en el desarrollo de anclajes autoporforantes, bulones (soil-nailing) y micropilotes de inyección, ISCHEBECK ha introducido con éxito en el mercado el micropilote TITAN, respaldado por la homologación Z-34.14-209 otorgada por el Instituto Alemán de la Construcción (DIBt). En el campo de la geotecnia, ISCHEBECK destaca por sus innovadoras aplicaciones y continuos desarrollos del elemento portante de acero TITAN. Es por ello que, en el campo de los sistemas autoporforantes, somos una entidad reconocida y líder en el sector en obras de cimentaciones especiales, de estabilización y rehabilitación, y de excavación de túneles y minería.

Este catálogo ilustra las múltiples posibilidades del sencillo y manejable elemento portante de acero autoporforante TITAN, tanto en aplicaciones temporales como permanentes.

Como suministradores de soluciones integrales, somos conscientes de que el trato personal y una buena asistencia son tan importantes como la fiabilidad del producto. Por ello, nuestro departamento técnico está a su disposición si desea contactarnos.

Micropilotes TITAN para la estabilización de emboquilles

Micropilotes TITAN para la estabilización de taludes

Ventajas para el promotor

- Eficacia acreditada en múltiples aplicaciones complejas
- Económico
- Método de ejecución fiable y seguro
- Facilita altos rendimientos
- Ductilidad del acero (grandes reservas de deformación = aumento de la seguridad)

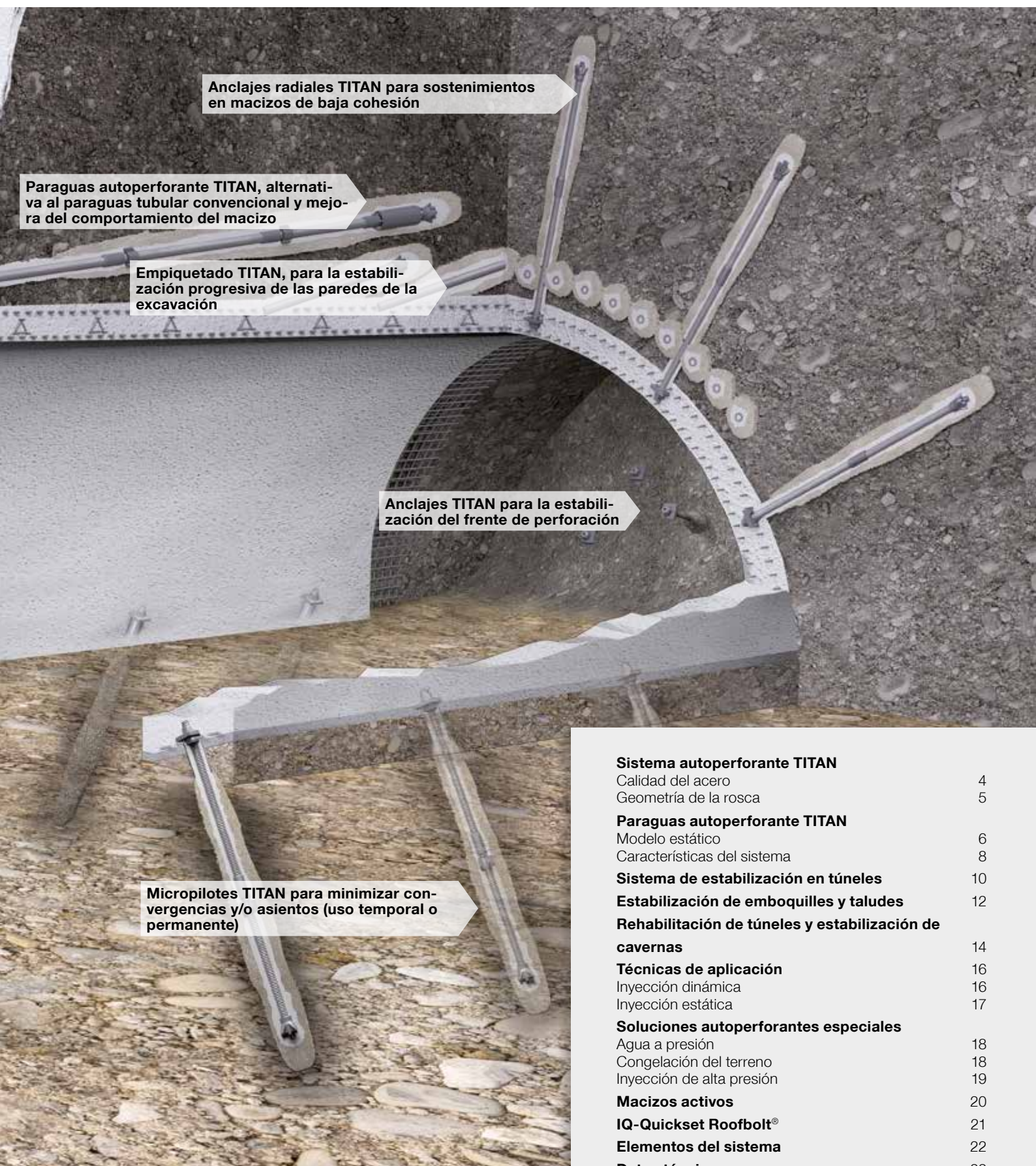
Ventajas para el proyectista

- Sistema sencillo y estandarizado
- Amplia asistencia técnica del fabricante
- Estabilización de geologías problemáticas (inyección dinámica)
- Ductilidad del acero (grandes reservas de deformación = aumento de la seguridad)
- Aplicación posible incluso en condiciones de difícil acceso

Ventajas para el contratista

- Manejo sencillo
- Alta velocidad de ejecución (altos rendimientos)
- La profundidad de diseño se alcanza incluso con paredes de perforación inestables
- Cambios en la geología no suponen un problema
- Utilización de equipos convencionales de perforación e inyección
- Ductilidad del acero (grandes reservas de deformación = aumento de la seguridad)
- Soporte del departamento técnico de ISCHEBECK

Micropilote TITAN
Homologación Z-34.14-209
Vida útil +100 años



Sistema autoperforante TITAN

Calidad del acero	4
Geometría de la rosca	5

Paraguas autoperforante TITAN

Modelo estático	6
Características del sistema	8

Sistema de estabilización en túneles

Estabilización de emboquilles y taludes	10
---	----

Rehabilitación de túneles y estabilización de

cavernas	14
-----------------	----

Técnicas de aplicación

Inyección dinámica	16
Inyección estática	17

Soluciones autoperforantes especiales

Agua a presión	18
Congelación del terreno	18
Inyección de alta presión	19

Macizos activos

IQ-Quickset Roofbolt®	20
------------------------------	----

Elementos del sistema

Datos técnicos	21
-----------------------	----

	22
	23

Sistema autoperforante TITAN

Calidad del acero

Requisitos relativos a la función como armadura

La aplicación de elementos portantes de acero de sistemas autoperforantes está sujeta a las siguientes normas:

DIN 21521 Pernos de anclaje

UNE EN 1537 Anclajes

UNE EN 14199 Micropilotes

UNE EN 14490 Soil nailing

Por tanto, los elementos portantes de acero deben cumplir los requisitos exigibles a las barras de armado según las normas UNE EN 10080/DIN 488 y el Eurocódigo 2 (UNE EN 1992). Para la clase B, se imponen los siguientes requisitos sobre la calidad del acero:

- Límite elástico f_{yk} : 400–600 N/mm²
- Ratio de resistencias $(f_t/f_y)_k$ o $R_m/R_e \geq 1,08$
- Deformación bajo carga máxima ϵ_{uk} o $A_{gt} \geq 5,0 \%$

Los elementos portantes de acero TITAN se fabrican a partir de perfiles huecos según la norma UNE EN 10210 y de acuerdo a las normas mencionadas anteriormente. Asimismo cumplen todos los criterios exigibles al acero para armaduras.

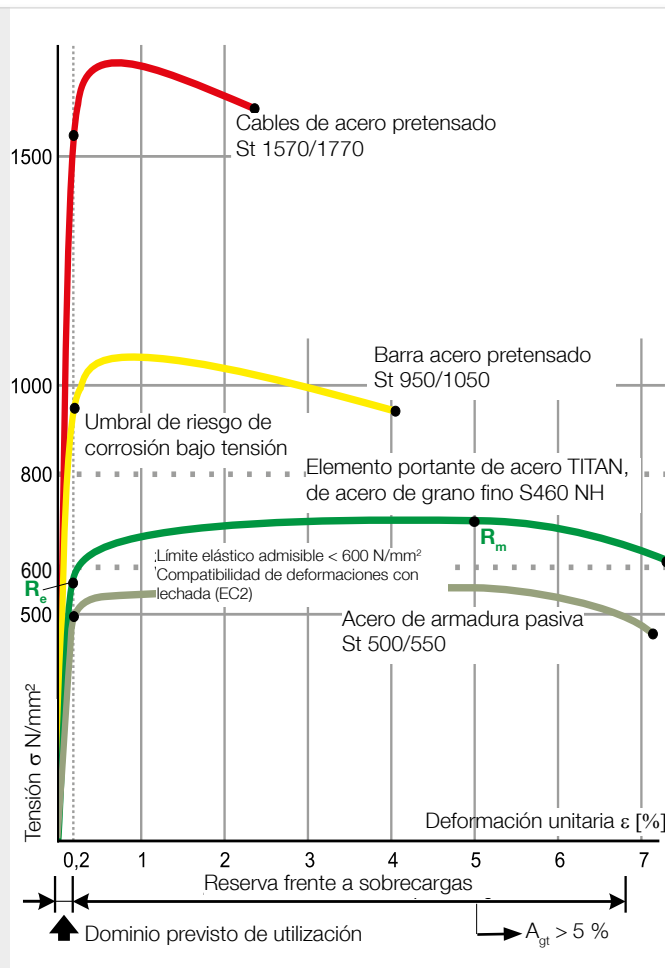
Requisitos para el uso como autoperforante

Los sistemas autoperforantes se instalan a roto-percusión. Es necesario recurrir a un acero tenaz y dúctil, de gran resistencia al impacto para soportar las grandes cargas dinámicas resultantes. Por ello nosotros utilizamos el acero de grano fino S460NH, resistente a la corrosión bajo tensión, para los elementos portantes de acero TITAN. La resistencia al impacto de este tipo de acero es aproximadamente $W \geq 40$ Julios (a -20 °C), claramente por encima de los valores correspondientes a otros tipos usuales de acero para armadura pasiva o activa ($W = 27$ y 15 Julios, respectivamente, a -20 °C). Esto conlleva un riesgo mínimo de deterioro durante la instalación.

Requisitos relativos la seguridad

Debido a la alta ductilidad, el acero que utilizamos reacciona con grandes deformaciones uniformes frente a sobrecargas. La distribución de carga se mantiene por tanto constante. Ante una posible sobrecarga, tienen lugar deformaciones visibles que anteceden al fallo del elemento. Por tanto, quedan descartados los escenarios de rotura frágil.

Por todas las razones expuestas, no ofrecemos aceros de alta resistencia con un límite elástico > 600 N/mm².



Protección frente a la corrosión

Los elementos portantes de acero TITAN en aplicación permanente quedan bien protegidos por su confinamiento en lechada de cemento (cuerpo de inyección). En circunstancias especiales, es posible aumentar la protección frente a la corrosión mediante las siguientes medidas adicionales:

- Galvanizado en caliente
- Revestimiento DUPLEX
- Acero inoxidable (INOX)



Rosca TITAN

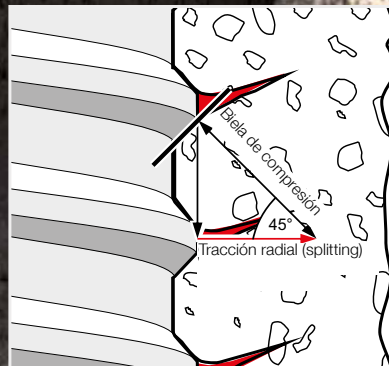
Rosca de armadura para hormigón

Para la transferencia de carga del elemento portante (armadura) al cuerpo de inyección circundante, es imprescindible la movilización de tensiones de adherencia entre ambos materiales. La eficacia del mecanismo de adherencia resultante depende decisivamente de la geometría de rosca.

Por tanto, se imponen dos requisitos principales sobre la armadura, en consonancia con las normas UNE EN 10080/DIN 488 y el EC2 (UNE EN 1992):

- El valor del área proyectada de corrugas f_R es determinante para la calidad de adherencia. Para el perfil de rosca del sistema TITAN se obtiene un área proyectada de corrugas $f_R = 0,14-0,25$. En el caso de barras corrugadas para hormigón armado, el área proyectada de corrugas es de un orden de magnitud menor ($f_R = 0,056$).
- Para limitar las tracciones de separación (splitting), se requieren ángulos de inclinación $\alpha > 40^\circ$. En el sistema TITAN, el ángulo de inclinación de corruga/rosca es $\alpha > 45^\circ$ (barras de perforación con rosca tipo R $\alpha \approx 17^\circ$).

Los valores de abertura de fisura en el cuerpo de inyección bajo carga máxima están por tanto por debajo del máximo admisible de 0,1 mm, establecido para el caso de comprobación permanente frente a la corrosión. Todas estas consideraciones constituyen una de las bases principales de la homologación otorgada al sistema TITAN.



Rosca TITAN, DIN 488

Transmisión de tensiones de adherencia entre la barra y la lechada de cemento sin inducir grandes tracciones radiales (splitting) que causen fisuración.

Manguito de unión, con anillo metálico central como tope y sellado (240 bar)

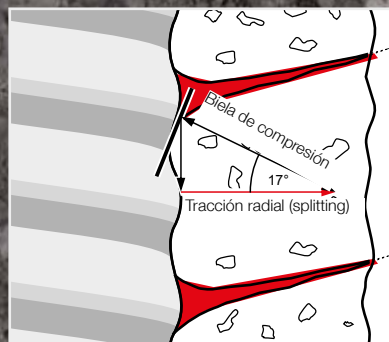
Centrador

Rosca tipo R

Rosca de barras de perforación

La rosca de las barras de perforación (p.e. R32 y R38) es de perfil redondeado según la norma ISO 10208 "Equipamiento de perforación en roca; rosca redondeada a izquierdas". Esta geometría de rosca está optimizada para un desmontaje rápido en condiciones de gran carga y confinamiento.

La rosca redondeada (tipo R) de las barras de perforación no satisface, sin embargo, los requisitos para las barras de armado en cuanto a adherencia y limitación de abertura de fisura. Por tanto, para este tipo de rosca no se pueden definir requisitos geométricos significativos. Incluso el ángulo de inclinación de 17° no satisface el criterio normativo para armaduras ($\alpha \geq 40^\circ$).



Rosca redondeada ISO 10208
Diseñada para un fácil desacople del martillo de perforación en condiciones extremas de ejecución.

Manguito de unión

Paraguas autoperforante TITAN - Modelo estático

La alternativa al paraguas tubular convencional

La característica principal del paraguas autoperforante TITAN (paraguas de anclajes) es la mejora del comportamiento del macizo para soportar su peso propio en las inmediaciones del frente de perforación. Al introducir la armadura en el macizo, éste contribuye a la resistencia de la manera requerida por el NATM*. Al reducir la exigencia sobre la resistencia del macizo (aislado) se mejora la seguridad. El objetivo es poder progresar en los trabajos de perforación de modo continuado y sin interrupciones.

Para el análisis de modelos estáticos, hay disponibles métodos de elementos finitos muy potentes. El resultado es un potencial considerable para el ahorro de acero en comparación con los paraguas tubulares convencionales.

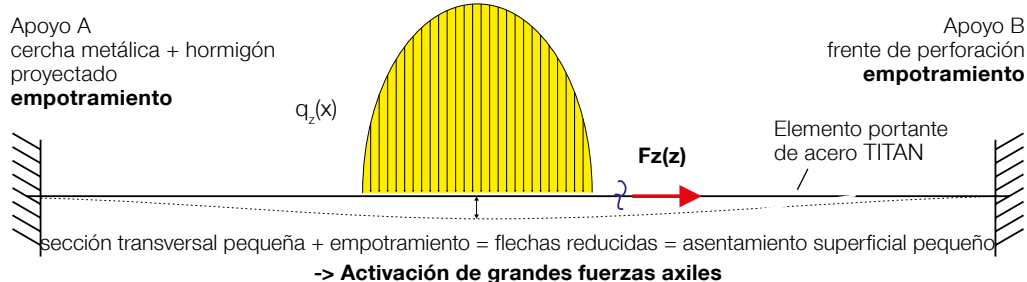
* NATM: Nuevo Método Austriaco de excavación de Túneles



Paraguas autoperforante TITAN: modelo resistente tipo cable

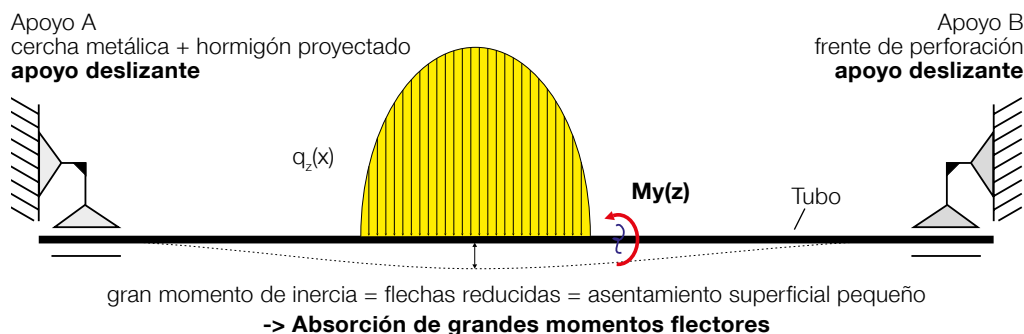
- La acción resistente se basa en la adherencia entre el elemento portante de carga TITAN (armadura) y el macizo inyectado circundante (inyección dinámica radial). Dicha adherencia es factible gracias a la rosca TITAN (rosca de armadura).
- El elemento portante puede considerarse como una barra esbelta trabajando a tracción y empotrada en sus extremos, es decir, como un "cable a tensión".
- La deformación del elemento portante de acero TITAN es determinante.

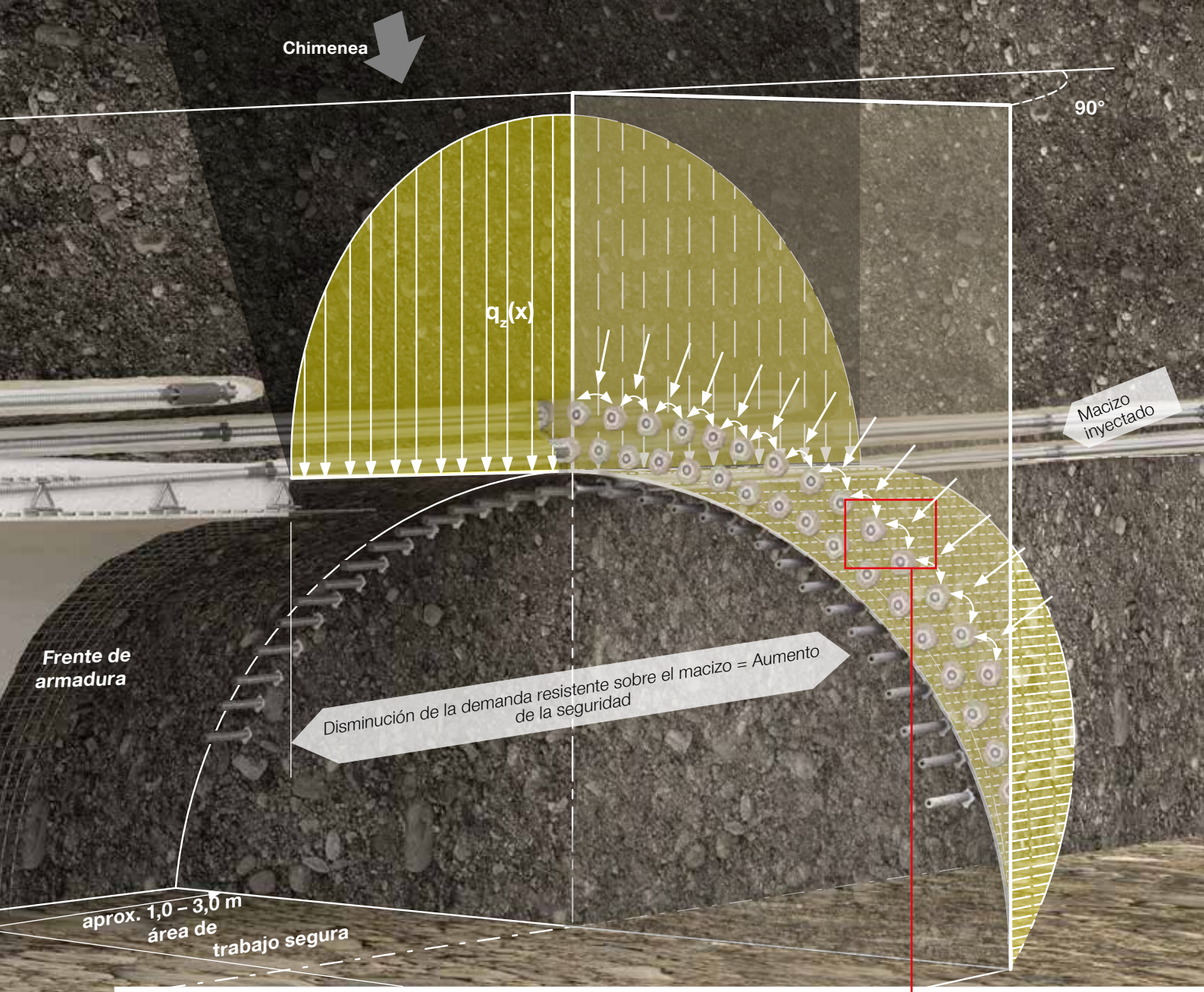
Nuevo modelo estático



Comparativa: Paraguas tubular convencional como sistema de vigas

- Sin coacción axial en ambos extremos, dado que prácticamente no hay adherencia con el macizo
- La rigidez a flexión $E \cdot I_y$ del tubo es determinante





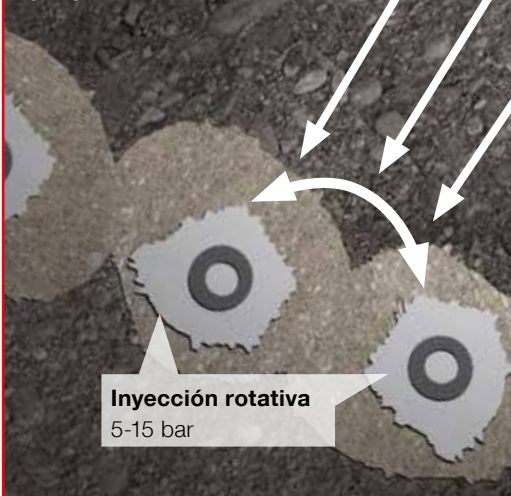
Paraguas autopercutor TITAN

- Adherencia entre el elemento portante de acero TITAN y el cuerpo de inyección; asimismo entre el elemento portante de acero TITAN y el hormigón proyectado
- Adherencia al macizo a través del trabado entre éste y el cuerpo de inyección
- Empotramiento del elemento portante de acero TITAN en ambos extremos
- Diseño de la capa inferior a tracción
- Tensión característica del acero para adherencia máx. 500 N/mm²
- Sección transversal del elemento portante A = 900 mm² (TITAN 40/16)
- Diámetro de perforación Ø 90 mm (TITAN 40/16)
- Cuerpo de inyección de hasta Ø 140 mm con diámetros de perforación de Ø 90 mm como consecuencia de la inyección en el macizo
- Aprovechamiento relativo del macizo $\lambda < 0,85$
- Degradación del macizo muy limitada gracias al pequeño diámetro de perforación
- Mejora notable de la estructura del macizo por la inyección dinámica
- Efecto arco entre los elementos portantes de acero TITAN
- En el caso de paraguas mixto de dos capas, es posible diseñarlo como una viga con dos capas de armado

Comparativa: Paraguas tubular convencional

- Apoyo deslizante en ambos extremos
- Diseño a flexión y cortante
- Tensión característica del acero para adherencia = máx. 105 N/mm²
- Sección transversal de acero A = 4073 mm² (tubo Ø 140x10 mm)
- Diámetro de perforación Ø 150 mm (tubo Ø 140 mm)

Paraguas autopercutor TITAN



Paraguas tubular



Paraguas autopercutor TITAN - Características del sistema

Estabilización temporal para un avance continuo

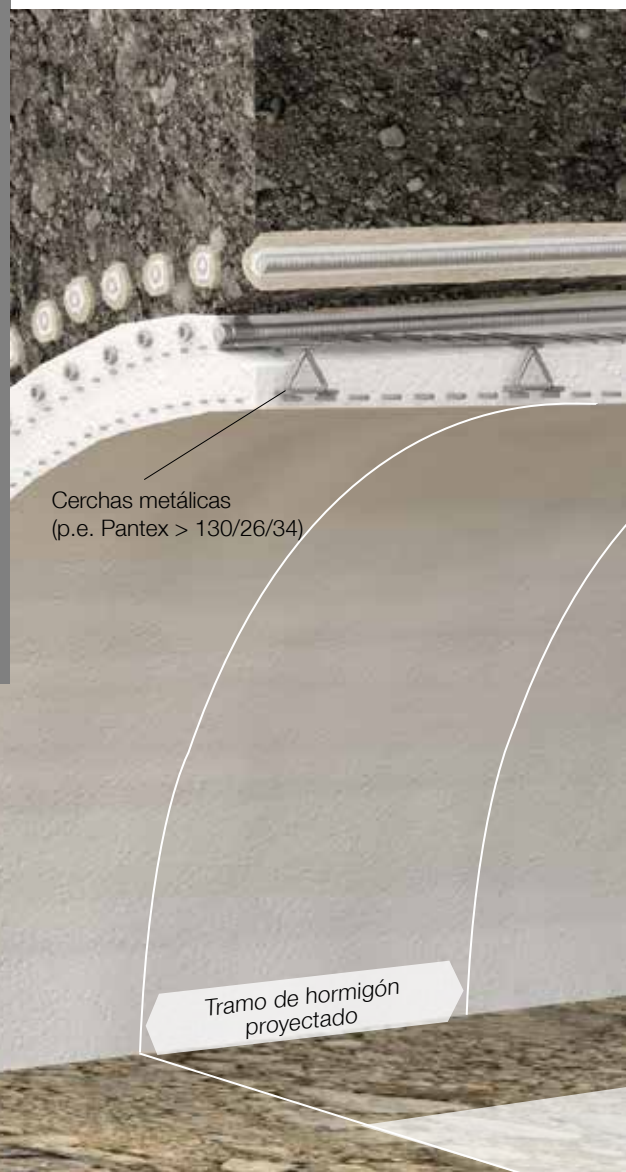
No. Pat. 102 34 255

Aplicaciones

- Estabilización en macizos de baja cohesión o terrenos sueltos
- Estabilización en regiones de falla
- Estabilización en la zona de entrada al túnel (emboquille)

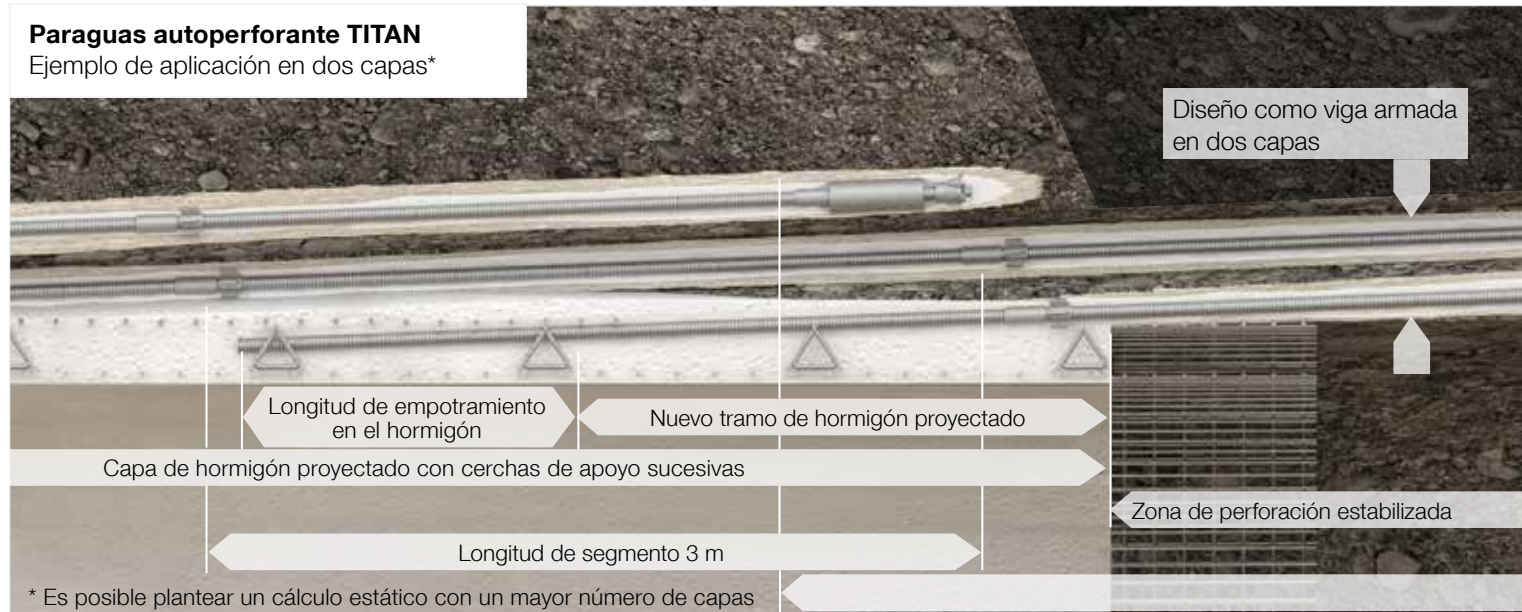
Ventajas constructivas

- Ahorro en la masa de acero necesario de hasta el 80%
- Aplicación de la misma técnica de perforación correspondiente a anclajes y empujamiento
- Manejo sencillo gracias a la reducida sección transversal
- Las disposiciones en diente de sierra se vuelven innecesarias, o pueden reducir su tamaño considerablemente
- No es necesaria la retirada del varillaje de perforación
- No son necesarias las aberturas de llenado ni las válvulas correspondientes
- Desaparece la sensibilidad a flexión de los elementos de conexión
- La inyección en el macizo es continua en todo el tramo de perforación
- La presión de lavado e inyección, así como el caudal, pueden controlarse en la estación de bombeo mediante bombas de doble pistón. Asimismo pueden registrarse mediante medidores.



Paraguas autopercutor TITAN

Ejemplo de aplicación en dos capas*





Sencillo manguito de unión patentado en lugar de complejas uniones tubulares

Los elementos portantes de acero del paraguas autoperforante TITAN soportan cargas fundamentalmente a tracción. Esto posibilita el uso de manguitos de unión reforzados con anillo central y junta:

- sin pérdida de sección transversal
- homologados para cargas cíclicas tracción/compresión
- homologados para cargas dinámicas
- el tope central asegura una transmisión óptima de la energía de impacto durante la perforación



Sistema de estabilización en túneles

Anclajes radiales y bulones - anclajes de frente de perforación - empiquetado autoperforante - micropilotes en base de excavación - paraguas autoperforante TITAN

Los elementos portantes de acero con rosca TITAN se instalan cuando la adherencia es determinante para el nivel de seguridad requerido.

Las ventajas del sistema autoperforante son:

- versatilidad de aplicación
- ventajoso en macizos/suelos de baja cohesión
- instalación más sencilla en perforaciones inestables
- sin bloqueos al atravesar grietas
- perforación e instalación simultáneas
- estabilización del orificio de perforación con lechada de cemento (opcional)
- inyección dinámica al perforar (opcional)
- inyección continua desde la punta en toda la longitud de perforación
- sin desmontaje de varillaje de perforación



Empiquetado autoperforante
(piqueta de inyección)

- estabilización progresiva por delante del frente de perforación
- aseguramiento de trabajos en el frente de excavación
- refuerzo del macizo con inyección dinámica (opcional)
- temporal
- con perforación a demanda

A



Bulones
Anclajes radiales

- sistema de anclaje
- soporte de las compresiones del macizo
- estabilización local de zonas degradadas
- refuerzo a posteriori del macizo
- refuerzo del macizo a través de inyección dinámica opcional
- temporal

B



Anclaje de frente de excavación

- estabilización del frente de excavación en macizo activo
- estabilización mediante instalación de paraguas convencional o paraguas autoperforante TITAN
- refuerzo del macizo a través de inyección dinámica (opcional)
- temporal

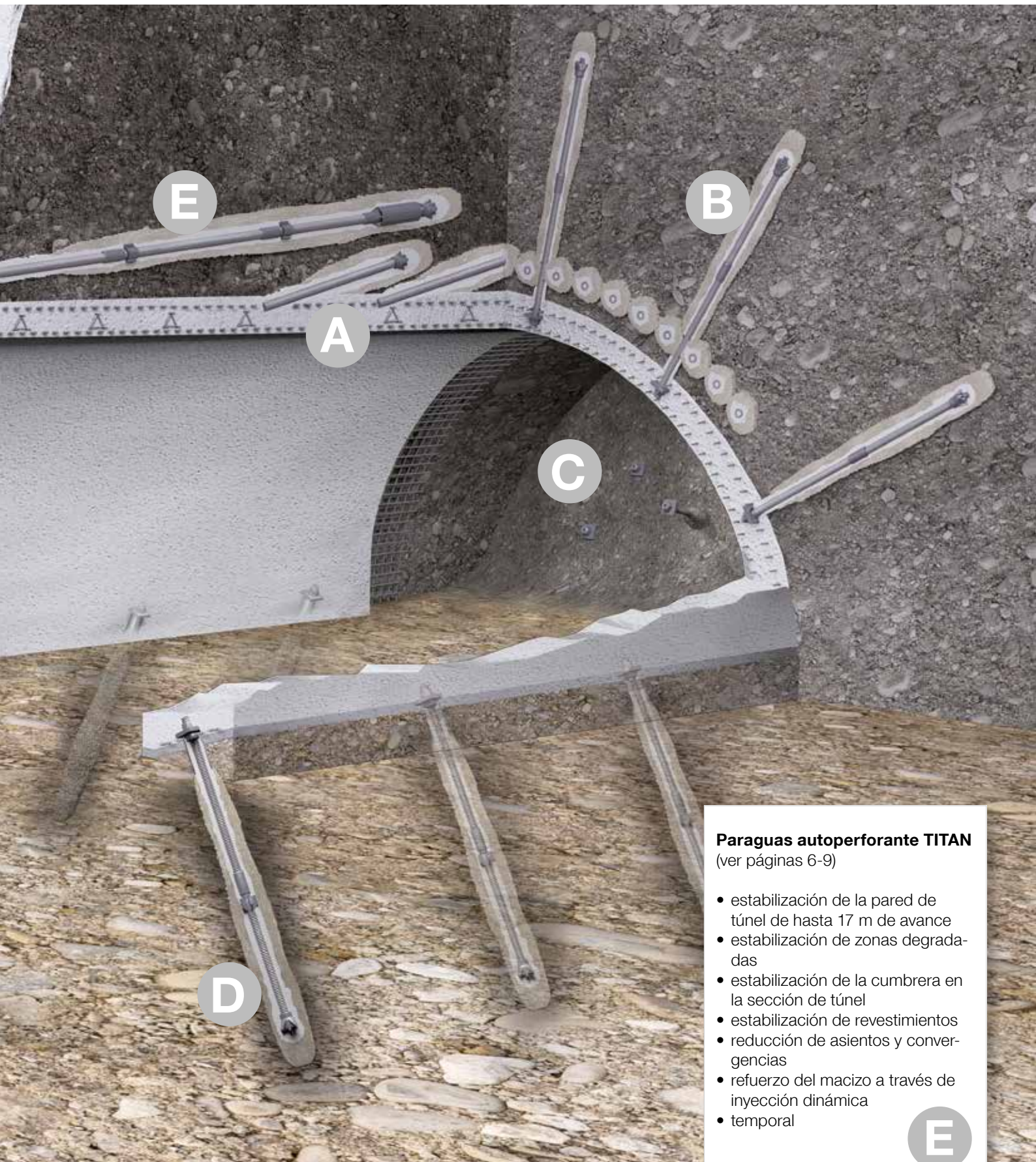
C



Micropilotes TITAN en base de excavación

- refuerzo de la base de la sección de excavación del túnel
- ejecución según homologación Z-34.14-209
- temporal o permanente

D



Paraguas autoperforante TITAN
(ver páginas 6-9)

- estabilización de la pared de túnel de hasta 17 m de avance
- estabilización de zonas degradadas
- estabilización de la cumbrera en la sección de túnel
- estabilización de revestimientos
- reducción de asientos y convergencias
- refuerzo del macizo a través de inyección dinámica
- temporal

E

Estabilización de emboquilles y taludes

Soil nailing y anclajes en hormigón proyectado, temporal o permanente, +100 años



Las estabilizaciones de emboquilles y taludes están reguladas en las normas UNE EN 14199 y UNE EN 14490. Los bulones se ejecutan como micropilotes TITAN, con lo que quedan cubiertos para aplicaciones permanentes por la homologación Z-34.14-209 (Instituto Alemán de la Construcción). Permanente significa, según la norma UNE EN 1990, Tabla 2.1, Clase 5, 100 o más años, sin restricciones.

Con la misma técnica de perforación se puede instalar el sistema de drenaje profundo DRILL-DRAIN® (ver página 13).

Micropilote TITAN para la estabilización de taludes

Micropilote TITAN para la estabilización de emboquilles



Placa de fijación de mallas

- para mallas de protección ligeras
- con compensación de inclinación de la tuerca esférica de hasta 5°



Placa de apoyo (calota)

- para hormigón proyectado
- con compensación de inclinación de la tuerca esférica de hasta 5°



Disco compensador

- instalación junto a la placa de apoyo (calota)
- compensación de inclinaciones hasta $\pm 36^\circ$
- autocentrado



Estabilización de emboquilles

- Anclaje de la capa de hormigón proyectado
- Disposiciones constructivas en cabeza en el hormigón proyectado
- refuerzo del suelo con inyección dinámica
- con elementos portantes TITAN lo suficientemente largos:
 - conexión adicional de las cuñas de suelo activas y pasivas
 - descarga de la capa de hormigón proyectado



Estabilización de taludes

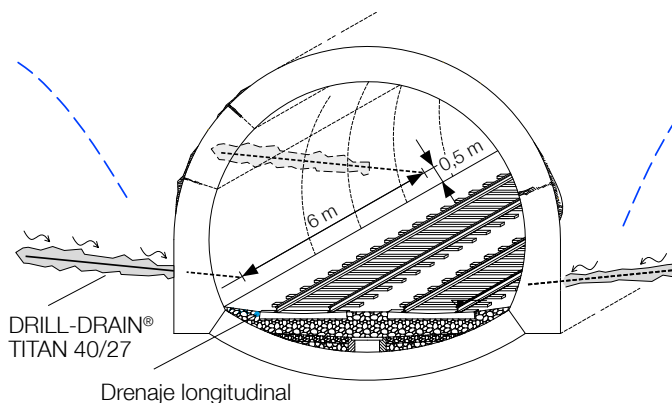
- Instalación de armadura de refuerzo en el suelo
- conexión de las cuñas de suelo activas y pasivas
- refuerzo del suelo con inyección dinámica
- fijación de mallas protectoras o geotextiles
- los elementos expuestos están galvanizados

Drenaje profundo DRILL-DRAIN®

Elemento portante de acero TITAN 40/27 como drenaje horizontal con cuerpo de inyección de material permeable, para un drenaje de taludes y formaciones rocosas de manera segura y fiable.

- El sistema es:
- autoperforante
- insensible a la sinterización
- insensible a la colmatación por finos

Más información en el catálogo DRILL-DRAIN®.



Poco después de la instalación



6 años tras la instalación -
El drenaje del macizo es visible

Rehabilitación de túneles y estabilización de cavernas

Anclajes permanentes +100 años

Los micropilotes TITAN -según homologación Z-34.14-209 - son apropiados para el anclaje permanente de muros de mampostería, capas de hormigón proyectado y la estabilización permanente de macizos degradados y bloques. Permanente significa, según la norma UNE EN 1990, Tabla 2.1, Clase 5, 100 o más años, sin restricciones.

Ámbitos de aplicación (entre otros):

- rehabilitación de túneles
- estabilización de cavernas



Anclajes permanentes

- ejecución como micropilote TITAN
- homologado
- autoperforante
- inyección dinámica
- refuerzo del macizo

Micropilote TITAN como micropilote a tracción

- sin necesidad de postesado
- rosca de barra según UNE EN 10080/DIN 488
- protección frente a corrosión mediante limitación de abertura de fisura del recubrimiento de mortero de cemento
- acero dúctil

Inyección dinámica continua

Cabeza del micropilote embebida en el hormigón proyectado para una protección del 100% frente a la corrosión

Protección contra la corrosión incluida

La protección frente a la corrosión queda proporcionada por el recubrimiento de lechada de cemento. Para una protección duradera, se requiere que todas las fisuras en el cuerpo de inyección se mantengan < 0,1 mm (limitación abertura de fisura). El sistema TITAN satisface este requerimiento.

Protección adicional contra la corrosión

En circunstancias especiales, grandes agrietamientos, aguas freáticas agresivas o cuando la cabeza del micropilote queda expuesta, puede proporcionarse opcionalmente:

- Galvanizado en caliente
- Revestimiento DUPLEX
- Acero inoxidable (INOX)

Acero inoxidable (INOX)

- Homologación Z-30.3-6 (Instituto Alemán de la Construcción)
- Apropiado para la clase resistente más alta - IV (cloruros, dióxido de azufre, flujos de agua en el terreno)
- Apropiado para entornos de concentración de agentes contaminantes, como en túneles de carretera y entornos marinos

Procedimiento de ejecución

Inyección dinámica

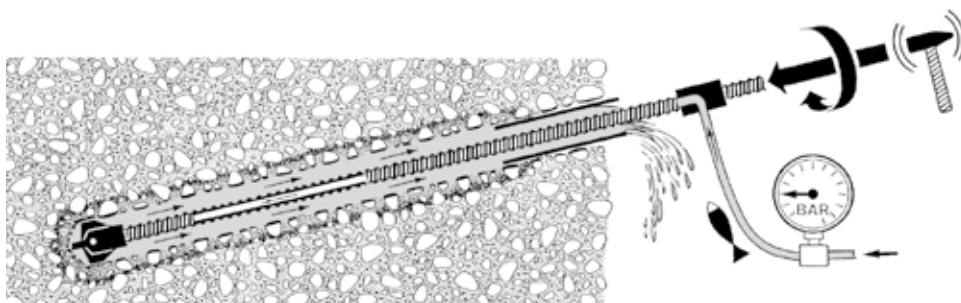
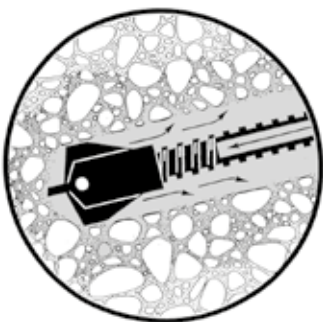
El sistema TITAN se instala acorde con su homologación oficial. En caso de suelos inestables o roca disgregada, la homologación prevé la estabilización del orificio de perforación e inmediata inyección dinámica con lechada de cemento desde la boca de perforación. El proceso de instalación, por tanto, no se interrumpe. La ventaja de este procedimiento, además de la continuidad en la ejecución, es la creación de una interfaz adherente entre el suelo o macizo degradado y el cuerpo de inyección. Las fisuras y agrietamientos en el terreno circundante quedan inyectados de modo fiable.

En comparación con los métodos tradicionales, incluso en suelos problemáticos, se movilizan grandes resistencias por fuste. Los medios necesarios para una “inyección dinámica” son un cabezal de lavado junto al martillo de perforación y una estación de bombeo de potencia suficiente. Esta técnica de ejecución ha quedado probada en múltiples proyectos. Para sellar la entrada en perforaciones ascendentes, puede complementarse esta técnica con el uso de un Preventer adaptado.

Estabilización del orificio de perforación: Perforación con lechada de lavado y de estabilización

Usualmente se recurre para esto a lechada de cemento fluida, inyectada a través de los orificios de la boca de perforación durante la rotopercusión. Esto estabiliza las paredes de la perforación para que no colapsen y además expulsa el detritus de perforación al exterior.

Una parte de de la lechada se infiltra en las fisuras del suelo o macizo. Esta inyección primaria mejora considerablemente el comportamiento adherente entre el cuerpo de inyección y el suelo o macizo. Al contrario que con inyecciones neumáticas, no se produce esponjamiento y descompresión de las paredes de perforación. En el caso de orificios estables de perforación, pueden utilizarse fluidos de lavado sin propiedades estabilizadoras.

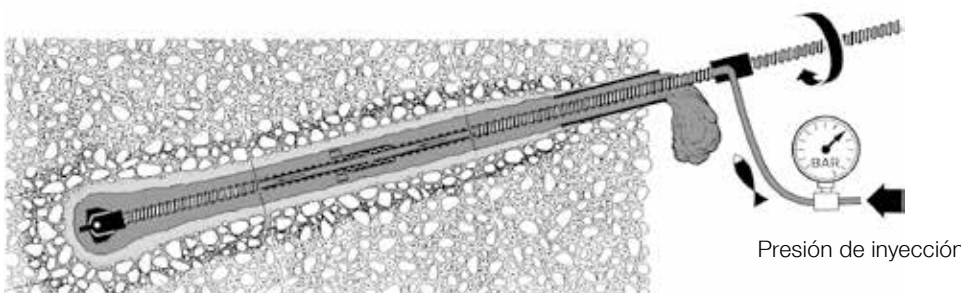


Inyección dinámica: Inyección rotativa de la lechada

Manteniendo el movimiento de rotación del martillo de perforación, se inyectará a presión creciente una lechada rica de cemento o un mortero especial, dependiendo de los requisitos de instalación y de las características del suelo o macizo. Este proceso se conoce también como inyección rotativa. La lechada de lavado y estabilización queda desplazada por la lechada de inyección y se infiltra en el suelo o macizo circundante. Dependiendo de las

condiciones de instalación, puede ser conveniente recurrir a la lechada de inyección desde la fase de estabilización del orificio de perforación. En este caso estabilización e inyección dinámica son simultáneas.

- No es necesaria inyección posterior a la instalación
- Es posible registrar la presión de lavado e inyección
- Una estación de bombeo con bomba de doble pistón y tanques separados de mezcla y acopio posibilita la regulación independiente de caudal y presión y garantiza una ejecución continua.



Presión de inyección

Para estabilizaciones temporales en orificios de perforación estables en obras de túneles y minería, se suele recurrir a sistemas autoperforantes en los que perforación e inyección estática se ejecutan en fases separadas:

1. Perforación con el elemento portante de acero, utilizando agua o aire como fluido de barrido
2. Desplazamiento del martillo a la siguiente ubicación de perforación
3. Inyección estática a través de la manguera de inyección
4. Desplazamiento de la manguera a la siguiente ubicación de perforación

Las ventajas de esta técnica de ejecución son que el orificio de entrada de perforación puede cerrarse con facilidad y que la técnica de perforación se mantiene independiente de la de inyección. El manejo de la manguera de inyección requiere de una plataforma de trabajo independiente.



Cierre de perforación enroscable

- Sellado del orificio de perforación durante la inyección estática
- Fijación anticaída



Conector de manguera para inyección estática

- Manguera fijada a giro
- Rosca del conector y manguera quedan desacopladas
- Sistema de sellado integral



Fig.: Cabezal de lavado externo

Maquinaria de perforación

Para la instalación se requiere un empalme hidráulico que puede ser ajustado a la mayoría de los Jumbos para túneles.

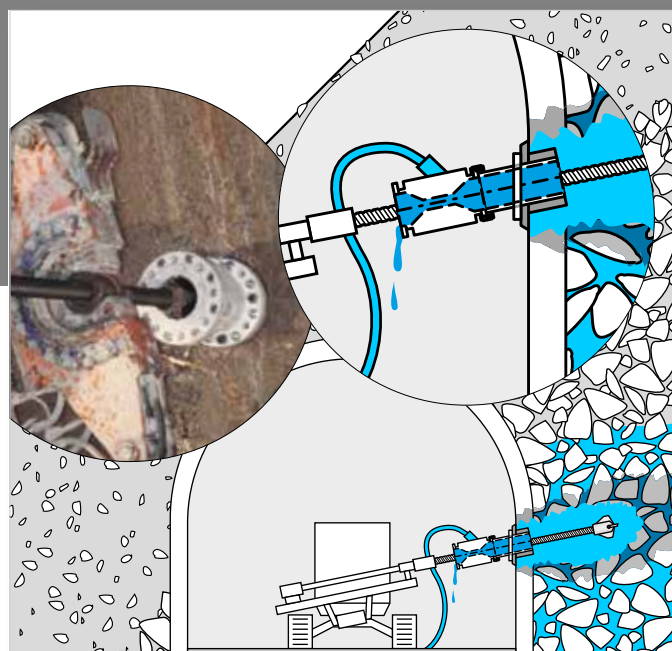
ISCHEBECK ofrece:

- cabezales de lavado externos (reconversión de lavado hidráulico/neumático a lavado con lechada de cemento, por ejemplo para los martillos de Atlas-Copco)
- Adaptadores para la mayoría de martillos (barrido con aire)

Soluciones autoperforantes especiales

Presión hidráulica - congelamiento del suelo - inyección de alta presión

La construcción de túneles requiere poder reaccionar con flexibilidad. El macizo atravesado es rara vez homogéneo y plantea en cambio diversos retos con frecuencia. Para ello nuestros ingenieros han desarrollado soluciones técnicas que pueden adaptarse a sus necesidades especiales.



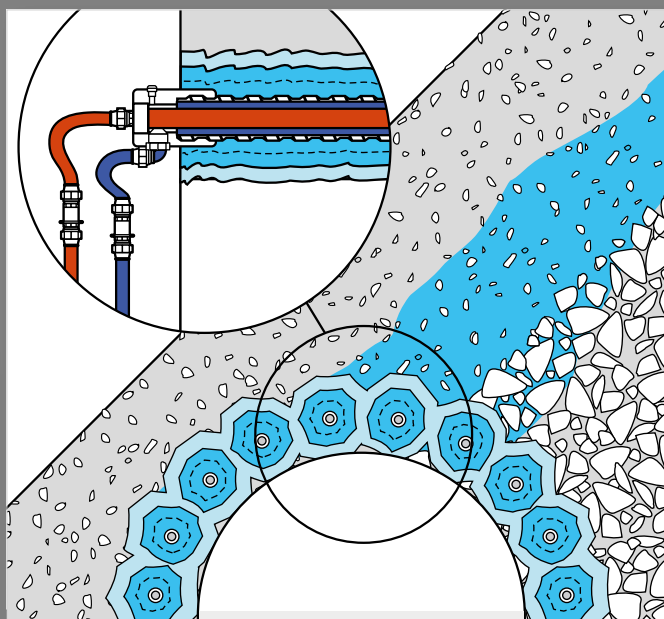
Presión hidráulica

La instalación de sistemas autoperforantes en presencia de presión hidráulica requiere conducir los manguitos de unión y los centradores a través del sistema de sellado. Para ello, el sistema **Preventer TITAN** está equipado con:

- Sistema de cámara de presión
- Válvula de retención
- Panel de control
- Tubo embridado



Fig.: Preventer adaptable
(modelo de prueba)



Congelamiento del suelo*

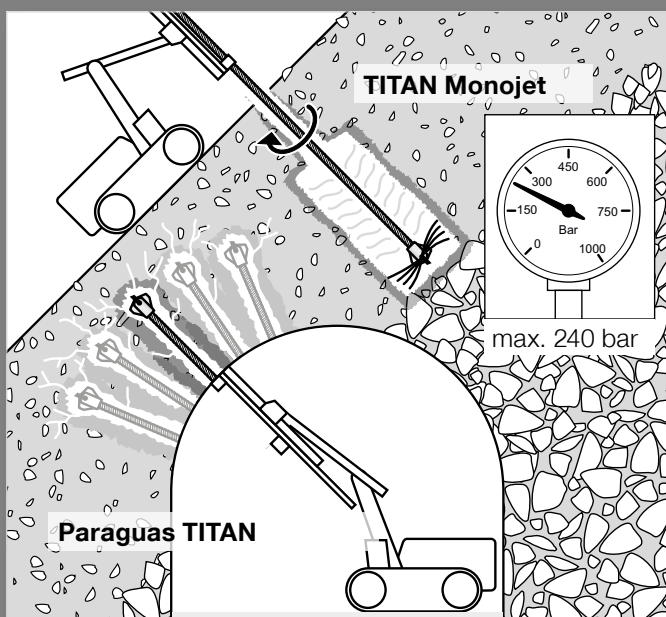
Para este fin podemos suministrar el pilote geotérmico autoperforante TITAN 73/53. La boca de perforación se sella con un obturador al extremo de la barra, y el circuito para el refrigerante se completa con una sonda coaxial. La conexión al circuito completo se realiza a través de la cabeza de la barra.

- Acero resistente al frío hasta -20°C , modificado hasta -140°C
- En circuito cerrado el fluido de transporte es salmuera (hasta -32°C) y en circuito abierto es nitrógeno (hasta -140°C)
- Manguitos de alta presión estancos hasta 240 bar
- Ejecución autoperforante de columnas, paraguas y bloques de terreno congelado
- Inyección dinámica mejora la eficiencia (sin oquedades)
- El suelo o macizo no sufre descompresión ni descarga
- Buena disponibilidad de material estándar

Ejemplos de aplicación:

- Entibación de pozos
- Zonas de entrada de máquinas tuneladoras (TBM)
- Muros estancos
- Sellado de solera o base de excavación
- Estabilización de la cumbre con poco recubrimiento para tuneladoras con hidroescudo

* Actualmente en desarrollo



Inyección de alta presión

Mediante manguitos de alta presión, estancos hasta 240 bar, las barras autoperforantes de inyección TITAN posibilitan el avance e inyección en zonas degradadas o bien aplicar TITAN Monojet en columnas con presiones de hasta 240 bar en suelos sueltos o blandos.

- Aplicación sencilla tanto a cielo abierto como en excavaciones subterráneas
- Independiente de válvulas de inyección a profundidades determinadas
- Presión y caudal pueden adaptarse según el nivel de profundidad
- Control de la inyección con el valor de GIN (Grouting Intensity Number = presión x volumen)
- Registro de presión y caudal para cada nivel de profundidad
- El nivel de flujo de retorno permite sacar conclusiones sobre la cantidad de agua y oquedades existentes
- Inyectable con todos los productos de inyección existentes, p.e. ligante hidráulico especial para inyecciones DORODUR 135
- No se necesitan obturadores
- No se requiere desmontaje de varillaje de perforación

Paraguas TITAN

Grupo de micropilotes de inyección TITAN individuales para formar una distribución en abanico (paraguas). De este modo se estabilizan regiones degradadas del macizo previamente al avance.



Manguito de unión de alta presión para el sistema TITAN

Estanco hasta 240 bar



Presión de bombeo

Viable hasta 240 bar



TITAN Monojet 200

Inyección a 180 bar en arenas sueltas



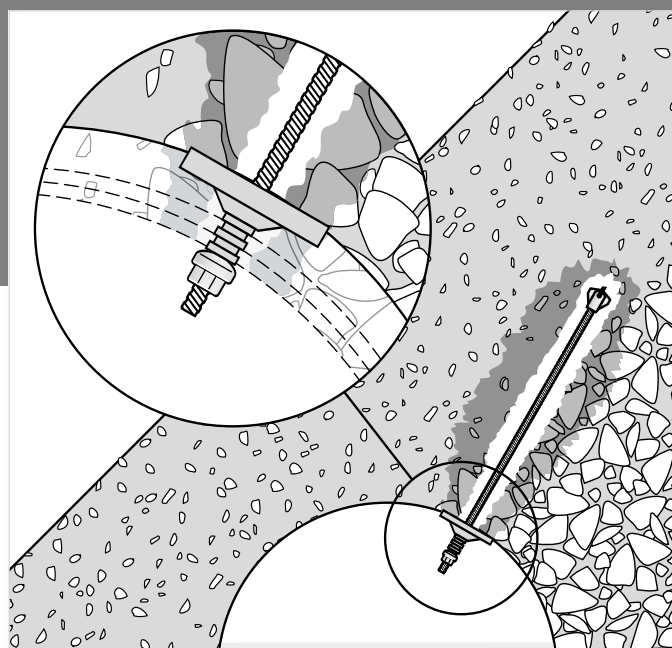
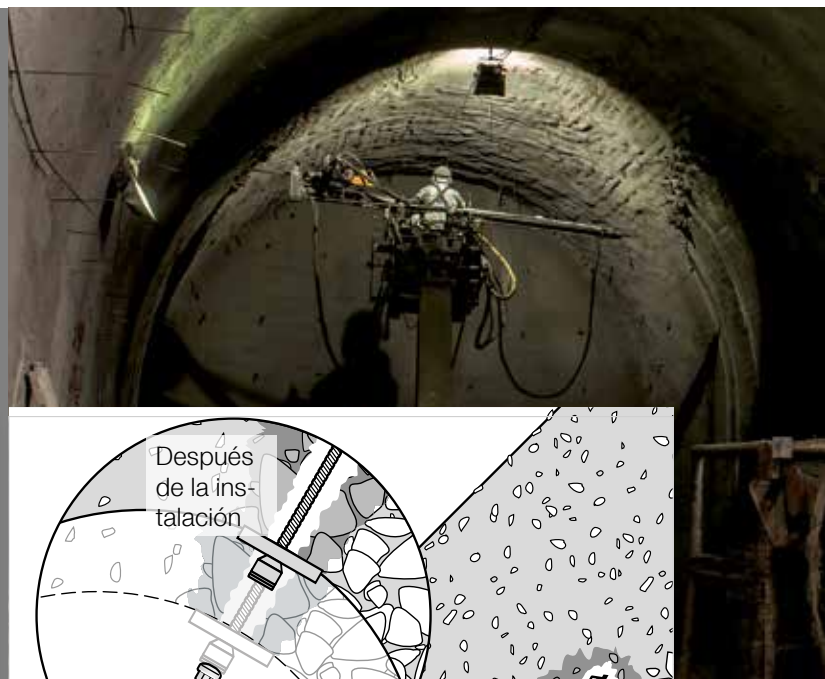
TITAN Monojet 200 con boca de perforación HDI y tobera HM

Mezcla del suelo con inyección

Macizos activos

Indicador de nivel carga - Anclaje de convergencia TITAN

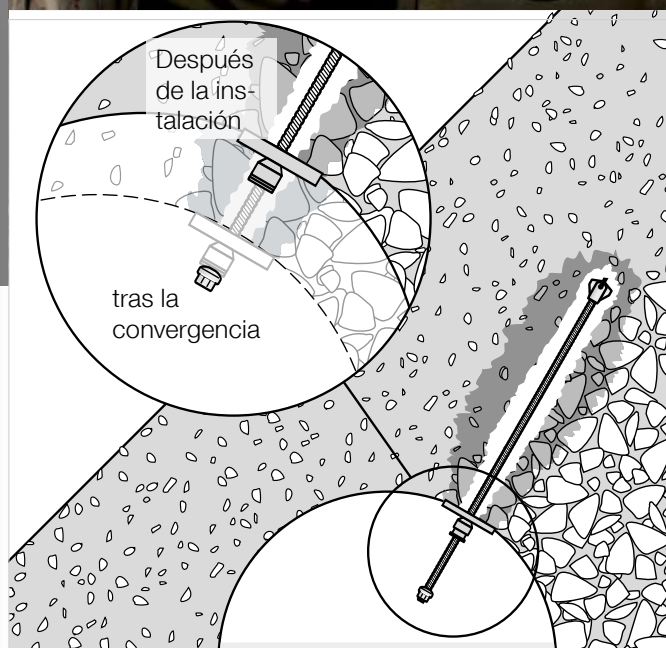
La seguridad es primordial en la construcción de túneles. Por tanto es pertinente poder reconocer posibles peligros prematuramente y a ser posible con indicadores sencillos. La presión en macizos activos representa un riesgo para los operarios y para el progreso de los trabajos. El indicador de nivel de carga y el anclaje de convergencia TITAN ayudan no solo a medir estas presiones, sino también a soportarlas. Gracias a esto pueden adoptarse a tiempo medidas estabilizadoras.



Detección de incremento de carga con el indicador de nivel de carga

Para reconocer prematuramente un incremento de carga se utiliza el indicador de nivel de carga (LSI, load stage indicator). Este indica mediante deformaciones un incremento de carga en tres niveles, con tiempo suficiente para instalar anclajes adicionales.

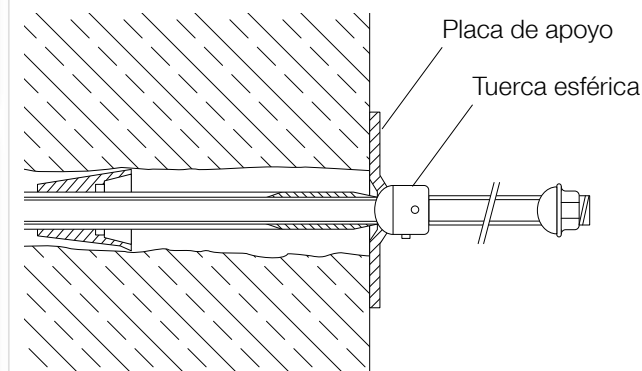
- Niveles de carga
 - 70 kN – 160 kN – 180 kN (TITAN 30/11)
 - 200 kN – 300 kN – 400 kN (TITAN 40/16)
 - 70 kN – 150 kN – 180 kN (R32)
- Deformación hasta 30 mm
- Homologación LOBA (Organismo de Inspección de Minería Alemán) 18.24.6-28-4
- Controlable visualmente en todo momento
- Sin peligro de rotura



Absorción de incremento de carga con anclaje de convergencia TITAN

Cuando estén previstas grandes deformaciones durante la vida útil de un bulón instalado en un macizo rocoso activo, el anclaje de convergencia TITAN con resistencia constante se adapta bien a dichas deformaciones.

- Carga deslizante ajustable desde 50 hasta 250 kN
- Máxima indicación de carga de la tuerca deslizante 450 kN
- Máximo deslizamiento 400 mm



Indicador de nivel de carga

Instalación sencilla, sin necesidad de prospecciones geodésicas

TITAN 30/11 con mezclador estático integrado

El mezclador estático integrado mezcla los componentes A y B en el elemento portante de acero. De este modo se evitan obstrucciones en el cabezal de lavado. La instalación del anclaje, la inyección de los dos componentes y la fijación de la placa y la tuerca esférica son procesos mecanizados y que pueden llevarse a cabo en una sola fase. La resina de dos componentes endurece en cuestión de minutos. Es pues aplicable en obras de minería donde sean necesarias estabilizaciones rápidas.

El **IQ-Quickset Roofbolt®** es un anclaje autoperforante, con el cual se perfora e inyecta una resina de dos componentes en un solo paso. Es de aplicación en estabilizaciones rápidas en cumbreras de túneles y pozos en obras de minería, así como en el avance de máquinas tuneladoras. Tras un rápido endurecimiento y rigidización, la resina de silicato llena y sella el hueco anular y demás oquedades y agrietamientos. El endurecimiento tiene lugar inmediatamente y el anclaje puede ser puesto en carga tras muy poco tiempo.

- Ideal para orificios de perforación inestables y como alternativa a cartuchos adhesivos y anclajes de fricción
- Aumento de la seguridad y la eficiencia al trabajar desde un área asegurada
- El empalme de los elementos portantes permite una extensión sencilla de los anclajes autoperforantes
- Tanto la instalación semiautomática como una instalación paso a paso son posibles
- Extremadamente rápido y seguro

Mezclador estático en el interior asegura una mezcla eficaz de los componentes.

Elementos del sistema

Bocas de perforación - centradores - manguitos de unión - tuercas esféricas - placas

Bocas de perforación

Disponibles para todo tipo de condiciones geológicas. Adaptadores que permiten su conexión a diferentes elementos portantes de acero para ajustar el diámetro de perforación. Una selección de nuestra amplia gama:

Boca en cruz

Arenas densas y gravas con obstrucciones > 50 S.P.T.¹⁾



Boca de botones

Roca alterada²⁾, filitas, pizarras, lutitas; resistencia < 70 MPa



Boca progresiva en Y de metal endurecido

Dolomías, granitos, areniscas; resistencia 70 - 150 MPa



Boca de botones de metal endurecido

Hormigones o rocas²⁾, resistencia > 70 MPa



Boca progresiva de metal endurecido

Para perforaciones rectilíneas, sin desviaciones en rocas y en discontinuidades del subsuelo
- Todas las bocas incluyen toberas de lavado Venturi
- Las fotografías de las bocas son solo ilustrativas. La forma y color pueden variar.



¹⁾ S.P.T. Test de penetración estándar (Standard Penetration Test)

²⁾ La resistencia a compresión del macizo rocoso está por debajo de la de la roca matriz debido a existencia de discontinuidades. Como regla aproximada puede valer el estimar como resistencia a compresión de la masa rocosa el 10 - 20 % de la resistencia de la roca matriz. (Fuente: Prof. Dr. Kurosch Thuro, Departamento de Ingeniería Geológica, Universidad Técnica de Múnich)



Placas de cabeza

Son apropiadas para el sistema TITAN según la homologación Z-34.14-209, y están disponibles para su distribución.

- Dimensionadas para su conexión con elementos rígidos de la estructura
- Avellanado en ambas caras para el centrado de la tuerca esférica



Placas de apoyo

Disponibles en diferentes medidas

- Dimensionadas a punzonamiento en elementos flexibles, p.e. hormigón proyectado
- Configuración geométrica adecuada para dar estabilidad y un acomodo seguro de la tuerca esférica
- La geometría de la placa es determinante para su deformación, no solo su espesor
- Carga probada 150 kN (para 200 x 200 x 8 mm, según prueba certificada Nr. 11 0633 6 97 MPA NRW) Nr. 11 0633 6 97 MPA NRW)



Centradores

- Para un posicionamiento correcto del elemento portante de acero en el centro del cuerpo de inyección
- Para un recubrimiento continuo de lechada de cemento en todas direcciones = protección duradera frente a la corrosión



Tuerca esférica

- Compensación de inclinación de hasta 5° con placas de apoyo



Manguitos de unión

- Con tope central
- Para el sistema TITAN, con anillo metálico central, lo que mejora la transferencia de energía de impacto y permite que el manguito sea hermético hasta 240 bar

Perno de expansión

- cumple norma DIN 21521
- Diámetro de perforación Ø 46 - 56 mm
- Resistencia interna $F_k = 150 \text{ kN}$
- Superficie de contacto 60 cm²
- Inyectable
- Puesta en carga inmediata

Sistema TITAN

Denominación	Unidad	TITAN 30/16	TITAN 30/11	TITAN 40/20	TITAN 40/16	TITAN 52/26	TITAN 73/56	TITAN 73/53	TITAN 73/45	TITAN 73/35	TITAN 103/78	TITAN 103/51	TITAN 103/43	TITAN 127/103
Diámetro nominal D _{acero} exterior	mm	30	30	40	40	52	73	73	73	73	103	103	103	127
Diámetro nominal D _{acero} interior	mm	16	11	20	16	26	56	53	45	35	78	51	43	103
Sección transversal efectiva A _{eff}	mm ²	340	415	730	900	1250	1360	1615	2239	2714	3140	5680	6024	3475
Carga de rotura F _u	kN	245	320	540	660	925	1035	1160	1575	1865	2270	3660	4155	2320 ⁴⁾
Resistencia característica R _k según homologación ¹⁾	kN	155 ²⁾	225 (250) ³⁾	372	490	650	695 ²⁾	900	1218	1386	1626	2500	3015 ²⁾	1800 ²⁾
Carga al 0,2 % del límite elástico F _{0,2,k} (valor medio)	kN	190	260	425	525	730	830	970	1270	1430	1800	2670	3398	2030
Peso	kg/m	2,7	3,29	5,8	7,17	9,87	10,75	13,75	17,8	21,0	25,3	44,6	47,3	28,9
Rosca a izquierdas/ derechas	-	izq.	izq.	izq.	izq.	izq. der.	der.	der.	der.	der.	der.	der.	der.	der.

¹⁾ En caso de tracciones permanentes y recubrimientos de mortero de cemento c < 45 mm, las resistencias deben reducirse de acuerdo a lo establecido en la homologación Z-34.14-209.

²⁾ Para estos tamaños aún no hay homologación. Para TITAN 30/16, 73/56, 103/43 y 127/103 se han interpolado los valores según la homologación disponible.

³⁾ Para el elemento TITAN 30/11, en caso de aplicación temporal (≤ 2 años), puede adoptarse una resistencia característica de 250 kN.

⁴⁾ Sólo válido para el elemento portante sin manguito de unión. En caso de empalme de barras, la carga de rotura es de 2048 kN.

Diversas y detalladas soluciones prácticas

Por ejemplo, conexión en bayoneta para la última sección de paraguas TITAN. De este modo puede desconectarse y extraerse la última barra del elemento portante tras la perforación.





Paraguas auto perforante TITAN como paraguas de entrada (emboquille)

Estación Los Dominicos, Línea 1, túnel de metro en Santiago, Chile

Estabilización del emboquille con elementos portantes de acero TITAN 40/20 como paraguas auto-perforante TITAN:

- 21 unidades por emboquille, de 15 m de longitud y separación de ejes 30 cm;
- para una perforación precisa y bien orientada, se recurrió a una boca progresiva de metal endurecido y una guía tubular metálica de 750 mm de longitud.



Drenaje profundo con DRILL-DRAIN® y Preventer

Reparación túnel de metro, Roma

Rebaje localizado del nivel freático en las cercanías de la sección de túnel para la reparación de filtraciones y goteos en la pared de túnel

- un elemento DRILL-DRAIN® a derecha e izquierda en cada sección de túnel, de 6 m de longitud y 0,5 m sobre las vías
- Separación longitudinal 6,0 m

Las fotos en este catálogo muestran momentos específicos de diversas obras. Es por tanto posible que los estados en ellas reproducidos no cumplan íntegramente todos los requerimientos técnicos o de seguridad.

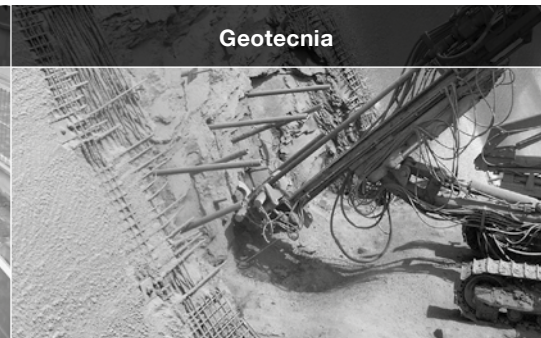
Sistemas de encofrado



Sistemas de entibación



Geotecnia



Sistema de Gestión de la Calidad certificado DIN EN ISO 9001:2015



ISCHEBECK
IBÉRICA

ISCHEBECK
TITAN

Filial en España: ISCHEBECK IBÉRICA S.L.

Pol. Industrial "El Oliveral", Calle S, N° 25, ES-46394 RIBARROJA DEL TURIA / VALENCIA
Tel.: +34 96 166 60 43 | Fax +34 96 166 61 62
E-Mail: ischebeck@ischebeck.es | <http://www.ischebeck.es>

Casa Matriz: FRIEDR. ISCHEBECK GMBH

Gerentes: Dipl. Wi.-Ing. Björn Ischebeck, Dr. jur. Lars Ischebeck
Loher Str. 31 - 79 | DE-58256 Ennepetal | Tel. +49 (2333) 8305-0 | Fax +49 (2333) 8305-55
E-Mail: export@ischebeck.com | <http://www.ischebeck.com>